

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-271330

(43)公開日 平成6年(1994)9月27日

(51)Int.Cl. ⁵	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
C 0 3 B 37/027	A			
37/12	A			
C 0 3 C 25/02	A	8216-4G		
G 0 2 B 6/44	3 0 1 B	7036-2K		
// G 0 2 B 6/00	3 5 6 A	7036-2K		

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 5 頁)

(21)出願番号 特願平5-57189

(22)出願日 平成5年(1993)3月17日

(71)出願人 000002130

住友電気工業株式会社

大阪府大阪市中央区北浜四丁目5番33号

(72)発明者 弾塚 俊雄

神奈川県横浜市栄区田谷町1番地 住友電気工業株式会社横浜製作所内

(72)発明者 相川 晴彦

神奈川県横浜市栄区田谷町1番地 住友電気工業株式会社横浜製作所内

(72)発明者 大賀 裕一

神奈川県横浜市栄区田谷町1番地 住友電気工業株式会社横浜製作所内

(74)代理人 弁理士 内田 明 (外2名)

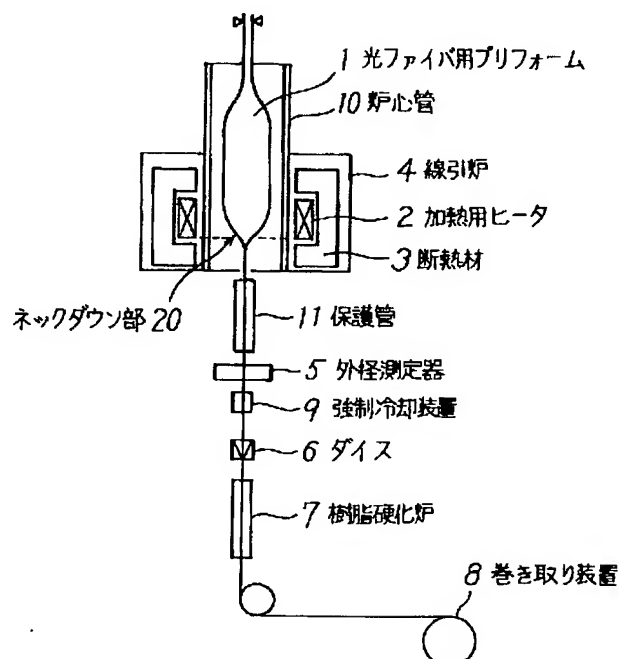
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 光ファイバの製造方法

(57)【要約】

【目的】低損失な光ファイバの製造方法を提供する。

【構成】光ファイバ用プリフォームを線引炉で軟化点温度以上に加熱して細径にしその外径をモニタして外径が一定になるように制御しつつ引き伸ばし続いて該ファイバ表面に樹脂被覆を施す光ファイバの製造方法において、線引ネックダウン部から光ファイバの温度が600℃に低下するまでの所要時間を0.25秒から0.5秒になるようにし、その後強制冷却装置にて光ファイバを冷却した後、樹脂を被覆する。上記線引炉の下部に保護管を設けて光ファイバの温度低下を調節することが特に好ましい。水素による1.44μm、1.55μm帯の損失増の少ない光ファイバを製造できる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 光ファイバ用プリフォームを線引炉で軟化点温度以上に加熱して細径に引き伸ばし続いて該ファイバ表面に樹脂被覆を施す光ファイバの製造方法において、線引ネックダウン部から光ファイバの温度が600℃に低下するまでの所要時間を0.25秒から0.5秒になるようにし、その後強制冷却装置にて光ファイバを冷却した後、樹脂を被覆することを特徴とする光ファイバの製造方法。

【請求項2】 上記線引炉の下部に保護管を設け、光ファイバの温度低下を調整することを特徴とする請求項1記載の光ファイバの製造方法。

【請求項3】 上記保護管は石英製であることを特徴とする請求項2記載の光ファイバの製造方法。

【請求項4】 上記保護管の内径が8～50mmである請求項2または請求項3記載の光ファイバの製造方法。

【請求項5】 上記保護管が伸縮自在の構造を有していることを特徴とする請求項2乃至請求項4のいずれかに記載の光ファイバの製造方法。

【請求項6】 上記保護管の外周に断熱材が施されていることを特徴とする請求項2乃至請求項5のいずれかに記載の光ファイバの製造方法。

【請求項7】 上記保護管はガス導入口及び排出口を有し、該保護管内に不活性ガスを導入して線引きすることを特徴とする請求項2乃至請求項6のいずれかに記載の光ファイバの製造方法。

【発明の詳細な説明】**【0001】**

【産業上の利用分野】 本発明は低損失な光ファイバの製造方法に関し、詳しくは水素による1.44μm及び1.55μm帯の損失増の少ない光ファイバを提供できる製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】 従来、光ファイバを製造する方法として、図2に示す構成が一般的に用いられている。すなわち、光ファイバ用プリフォーム1を、加熱用ヒータ2と断熱材3を備えた線引炉4の炉心管10内に挿入セットし、光ファイバ用プリフォーム1先端を軟化点温度以上に加熱する。加熱温度は一般的に1900～2200℃である。軟化された光ファイバは線引炉4から出た後、外径測定器5で外径をモニタされた後、ダイ6にて樹脂を光ファイバの外周に塗布し、樹脂硬化炉7で樹脂を硬化し、引き続き巻き取り装置8にてポビンに巻き取られる。樹脂は光ファイバの曲げ特性向上のため2層に被覆される場合もあるが、図2では省略した。

【0003】 通常、線引炉4を出た後の光ファイバは大気中で冷却され、温度は降下する。線引き速度が速くなった場合には、ファイバの温度低下が遅く、ダイ6の入り口でも温度が高くなる。こうなると樹脂の塗布性能が劣化するため、線引炉のタワーを高くし、線引き炉4と

ダイ6の距離を長くする構成が取られる。しかし、高線速に対応してタワーを高くするには限界があり、ファイバの温度を下げるため強制冷却装置9が用いられている。

【0004】 線引き工程では、従来、光ファイバの強度に注目し、線引き時に光ファイバ表面に傷を付けないように線引炉4の出口からダイ6までの間が清浄な雰囲気になるように配慮されてきた。近年、線引時の条件によって、光信号の伝送特性に影響が出ることが確認され、さまざまな技術が開示されている。特に、線引き時に形成されるガラス欠陥は、光ファイバを水素雰囲気中にさらした場合、欠陥に水素が結びつき、伝送波長帯に吸収損失を招くことから、その対策が必要であった。例えば特開昭63-129035号公報では、線引したファイバを水素雰囲気中で加熱することにより、ガラス欠陥を減少させる方法が提案されている。また、特開平4-26034号公報では線引き時にファイバを水素に接触させることにより、ガラス欠陥を減少させる方法が提案されている。一方、特開昭60-186430号公報では、線引時の光ファイバを引き続き再加熱する方法が提案されている。この方法では、線引き時にファイバに生成されたガラス欠陥が光ファイバ内に固定されないように、再加熱によりガラス欠陥の緩和をはかることを目的としたものである。この方法によれば、線引炉の加熱用ヒータの下部に再加熱用のヒータを一つあるいは複数個設置する構成が示されており、装置は大きくなりなっている。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】 ガラス欠陥のうち、水素により減少する欠陥は、0.63μmに吸収ピークをもつものであり、この欠陥と水素が結合するといった1.52μmの損失増加を生じ、1.52μmでの損失が緩和減少するにつれて1.38μmの損失増加が引き続き発生する。これらの欠陥の緩和を目的に上記技術が開発されてきたが、これ以外に1.44μmに吸収ピークを有するガラス欠陥があり、この吸収ピークにより1.55μm帯の伝送損失が大きくなる現象がある。この吸収ピークについては、水素雰囲気での線引では解決しなかった。一方、再加熱を行う方法では、欠陥の生成を抑える効果はあったものの、設備が大型化し、かつ線引後の光ファイバを再加熱するため温度制御が難しく、安定な線引を行なうことができなかった。すなわち、再加熱した場合、ファイバ温度は上昇するが、1200℃～1400℃まで温度を上げるとガラス粘度が低下し、ファイバの延伸状態が変化してしまう。このため光ファイバが変形し、線引が継続できない状態になってしまった。すなわち、再加熱部でのガラス粘度が下がりすぎ、この部分で延伸が進んでしまうためである。また、再加熱した後、樹脂被覆のために強制冷却を行うと、ガラス欠陥の減少に効果がない場合があった。このことは、再

加熱の他にガラス欠陥生成の要素が有ることを示していると考えられる。本発明は上記のような状況に鑑み、安定した線引を実施しつつ、 $1.44\mu\text{m}$ に吸収ピークを持つガラス欠陥を減少させ、水素特性に優れた光ファイバを製造できる方法を提供しようとするものである。

【0006】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決する本発明の構成は、光ファイバ用プリフォームを線引炉で軟化点温度以上に加熱して細径に引き伸ばし続いて該ファイバ表面に樹脂被覆を施す光ファイバの製造方法において、線引ネックダウン部から光ファイバの温度が 600°C に低下するまでの所要時間を 0.25 秒から 0.5 秒になるようにし、その後強制冷却装置にて光ファイバを冷却した後、樹脂を被覆することを特徴とするものである。なお、線引ネックダウン部とは、光ファイバプリフォームが光ファイバに線引される際、加熱部において外径変化しているテーパ部を称する。通常ネックダウン部は線引炉細孔温度付近に生ずることから、本発明ではヒータ下端を一応の目安とする。本発明の望ましい実施態様としては、上記線引炉の下部に保護管を設け、光ファイバの温度低下を調整する方法である。上記保護管は光ファイバの表面を汚染しないものであれば種類を選ばないが、好ましくは石英製特に好ましくは高純度の石英製のものである。また、該保護管の内径は光ファイバの温度に影響を与える範囲に外部と遮断する壁面を設ける必要から $8\text{mm}\sim 50\text{mm}$ であることが望ましい。さらに該保護管は線引条件の変化に対応するために伸縮自在の構造を有していることが望ましい。該保護管の外周に断熱材が施されていると、ファイバの温度効果をより抑制することができるので、本発明の効果をより高めることができる。さらに本発明においては、光ファイバの通過する雰囲気的清浄に保つために、上記保護管はガス導入口及び排出口を有し、該保護管内に不活性ガスを導入して線引きすることが効果的である。ただし、流すガスとして熱伝達率の大きなヘリウムを用いると、光ファイバの温度を低下させやすく逆効果である。また、水素雰囲気でも熱伝達率が大きく、効果は小さいか、期待できない。従って、ガスとしては窒素、あるいはアルゴンが望ましい。

【0007】

【作用】 $1.44\mu\text{m}$ の吸収ピークを発生させるガラス欠陥についてより詳細に調べたところ、線引炉で熔融された後 600°C まで冷却するまでの時間に依存していることが判った。すなわち、 600°C までの冷却時間が短すぎる $1.44\mu\text{m}$ のガラス欠陥は増加することが判った。例えば、線速を低速から高速に上げていくと、図6に示すように光ファイバを水素処理した後に発生する $1.44\mu\text{m}$ での損失増加量は大きくなっていく傾向がある。このときのネックダウン部から 600°C までの冷却時間を算出すると、適正な降下時間は線引ネックダウ

ン部から 600°C まで 0.25 秒から 0.5 秒であった。また、 600°C 以下の温度では、強制冷却によって温度を急低下させてもガラス欠陥には影響を与えないことがわかった。以上のことから、従来の再加熱でも効果が現れなかった原因は、再加熱してもその後温度が下がらないうちに強制冷却したため、ガラス欠陥の十分な緩和が起こらなかった為と考えられる。

【0008】次に図1を参照して本発明の具体的な実施構成を説明する。光ファイバ用プリフォーム1を炉心管10、加熱用ヒータ2と断熱材3を備えた線引炉4に挿入セットし、プリフォーム先端を軟化点温度以上に加熱する。加熱温度は一般的に $1900^{\circ}\text{C}\sim 2200^{\circ}\text{C}$ であり軟化された光ファイバは線引炉から出た後、保護管11を通過し、外径測定器5で外径をモニタした後、強制冷却装置9に入り、ファイバ温度を低下させた後、ダイ6にて樹脂を光ファイバの外周に塗布し、樹脂硬化炉7で樹脂を硬化する。樹脂は光ファイバの曲げ特性向上のため2層に被覆される場合もあるが、図1では省略している。その後光ファイバは巻き取り装置8によりボビンに巻き取られる。

【0009】図1の装置で線引きし光ファイバを製造する場合、光ファイバはネックダウン部付近で $1900^{\circ}\text{C}\sim 2200^{\circ}\text{C}$ の高温に加熱される。その後光ファイバは輻射熱伝達とガスの熱伝達により冷却される。したがって、線引炉4を出ると急激に冷却され、特に強制冷却装置9では冷却された熱伝達の良いヘリウムのようなガスが用いられるため、より冷却速度は速くなる。この装置において線引炉4の下部に保護管11を設置することにより、保護管11は光ファイバの通過に伴い光ファイバの輻射熱伝達により加熱され、数 100°C の温度になる。このため定常状態では、光ファイバからの熱伝達量は小さくなり、光ファイバの温度低下速度は小さくなる。このとき保護管11の外周に断熱材が設置されていると、温度低下速度をさらに小さくすることができる。保護管11の長さを適当に調節することにより、 600°C までの降温時間の調節が可能となり、 0.25 秒 ~ 0.5 秒に調節できる。 0.5 秒を越えて緩和してもガラス欠陥減少効果は得られず、 0.5 秒程度が線引炉のタワー長から考えても経済的であると言える。 0.25 秒未満ではガラスが急冷されすぎるため、高温時に発生する結合のゆらぎ、欠陥が緩和されることなくそのまま固定されてしまうため、ファイバ化後、水素雰囲気さらされるとガラス欠陥と水素が結びつき、 $1.44\mu\text{m}$ の吸収ピークを生じやすくなる。この結果、 $1.55\mu\text{m}$ での損失増加につながる。

【0010】本発明において、保護管の構造を図3に示すような伸縮自在の構造にすることにより、温度の調整はさらに容易になる。また、前記したように光ファイバの輻射熱伝達量を抑制することでファイバの温度低下を抑えることが目的であるから、保護管が余り太い径では

この効果が損なわれる。また、径が小さすぎると、線振れの際光ファイバが保護管に接触することが考えられ、強度の劣化が心配される。以上を考慮して、保護管の内径は8mm～50mmが好ましい。

【0011】また、保護管は光ファイバを汚染しないものであれば材質を問わないが、石英がその実績から好ましい。また、保護管には図4に示すようにガス導入口13、排出口14を設け、保護管内にガスを流しながら線引することも可能である。しかし、流すガスをヘリウムのように熱伝達率の良いものにすることは、ファイバの温度低下を招くので望ましくない。通常は、窒素、アルゴン等が用いられる。

【0012】本発明に用いる強制冷却装置の一例を図5に示す。光ファイバが通過する冷却筒15にガスの供給口16、排気口17が設けられており、ここにヘリウムガスが流される。また、図5のように冷却筒15が2重構造になっており、間に冷却水が流れる構成では更に冷却効率が向上する。強制冷却装置で低下した光ファイバ温度はダイ6入り口で80℃以下になっていることが望ましい。

【0013】1.44μmの吸収損失にかかわる水素特性の評価は通常、室温1%水素雰囲気光ファイバをさらす水素試験と、その後室温で大気下に放置する水素抜きを行った後、損失の増加状態を観察する。水素試験を4日、水素抜きを1週間したときの損失増加量は従来の線引条件では1.44μmでの吸収損失が0.01～0.02dB/km、1.55μmでは0.004～0.008dB/kmの損失増加であるが、実用上は1.55μmで0.002dB/km以下であることが必要である。これに対し、後記する実施例に示すように本発明によれば、1.55μmでの損失増加が～0.001dB/kmと非常に良好であった。

【0014】

【実施例】以下、本発明を実施例を挙げて詳細に説明するが、本発明はこれに限定されるものではない。

【実施例1】図1の構成で本発明に従い光ファイバの製造を行った。保護管は内径10mm、長さ700mmの石英製のものを用了。この保護管を線引炉4の下部に直接設置した。保護管内にはガスは流さなかった。線引炉の温度は2100℃に設定し、線速200m/分で線引した。この時ファイバ温度は保護管出口から20mm下流で600℃になっており、この位置はネックダウン部から880mmの位置になっていた。線速から計算すると600℃までの降温時間は0.26秒であった。保護管の下に外径測定器を介し、200mm離して強制冷却装置を設置した。強制冷却装置は長さ500mmでヘリウムを5リットル/分流した。強制冷却装置の出口でファイバ温度は70℃になっていた。このファイバに紫外線硬化型樹脂を塗布し、紫外線照射炉で硬化した後ビンに巻き取った。得られた光ファイバの伝送損失を測

定したところ、1.55μmで0.21dB/kmであった。これを室温で1%水素雰囲気4日さらした後、1週間放置し、ロス評価をしたところ、1.55μmの損失増加量は0.001dB/kmであった。

【0015】〔実施例2〕実施例1と同様の構成で本発明に従い、保護管に断熱材としてガラスウールを厚さ10mm巻いて、線引きした。この時、光ファイバ温度が600℃になったのは、保護管出口から200mm下であった。この位置はネックダウン部から960mmにあたり、降温時間は0.29秒である。得られた光ファイバの損失を測定したところ、1.55μmで0.208dB/kmであった。これを室温で1%水素雰囲気4日さらした後、1週間放置しロス評価をしたところ、1.55μmの損失増加量は殆ど観察されなかった。

【0016】〔実施例3〕実施例1と同様の構成において保護管を取り外し、線引速度を低くして線引を行った。線引速度は100m/分、50m/分の2条件とした。光ファイバの温度が600℃になるのは、線引炉出口からそれぞれの条件で310mm、160mmの距離であり、ネックダウン部からの距離はそれぞれ490mm、340mmであった。それぞれのファイバ通過時間は0.29秒、0.4秒である。これらのファイバの損失は、いずれも波長1.55μmで0.212dB/kmであった。これを室温で1%水素雰囲気4日さらした後、1週間放置し損失増加量を測定したところ、600℃までの通過時間が0.29秒のものが0.002dB/km、0.4秒のものが0.001dB/kmであり、いずれも良好なものであった。

【0017】〔比較例〕実施例1と同様の構成から保護管のみを取り外し、線引を行った。光ファイバ温度が600℃になったのは線引炉出口から590mmの場所であった。ネックダウン部からの距離は770mmであり、600℃までの降温時間は0.23秒であった。得られた光ファイバの損失を測定したところ、1.55μmで0.215dB/kmであった。これを室温で1%水素雰囲気4日さらした後、1週間放置し、ロス評価をしたところ、1.55μmの損失増加量は0.006dB/kmと大きな値となった。

【0018】なお、上記実施例では保護管を外径測定器の上に設けたが、外径測定器の下に設けた場合も同様の効果を得ることができる。

【0019】

【発明の効果】以上説明したように、本発明を用いれば、1.44μmに吸収ピークを持つガラス欠陥を減少させることができ、伝送損失を低くできるとともに、水素雰囲気さらされても1.55μmに発生する損失が少なく安定した高品質の光ファイバを得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】は本発明の構成を示す概略説明図である。

【図2】は従来の線引炉の構成を示す概略説明図である。

【図3】は本発明の伸縮自在の構造を有する保護管の概略説明図である。

【図4】は本発明に係る保護管内にガスを流す構成を示す概略説明図である。

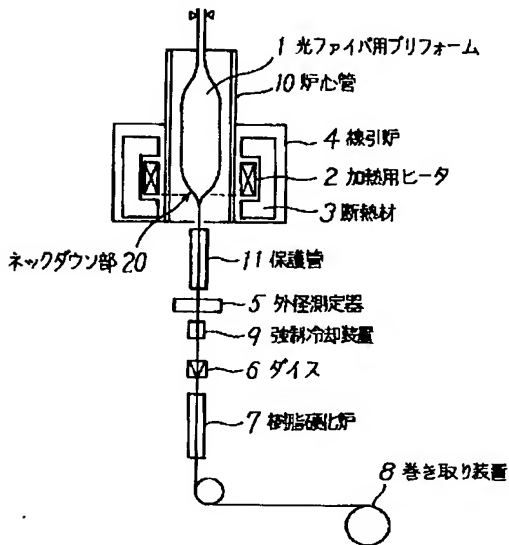
【図5】は本発明に係る強制冷却装置を示す概略説明図である。

【図6】は線引時の線速と水素処理後に発生する1.4 μm での損失増加量の関係を示すグラフ図である。

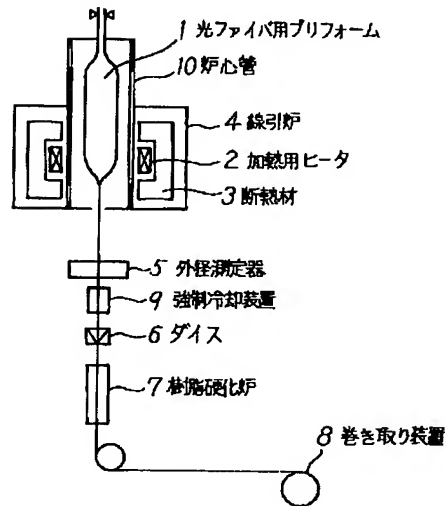
*【符号の説明】

- 1 光ファイバ用プリフォーム、 2 ヒータ、
3 断熱材、 4 線引炉、 5 外径測定器、
6 樹脂塗布用ダイ、 7 樹脂硬化炉、8 巻き取り装置、
9 強制冷却装置、 10 炉心管、
11 保護管、 12 伸縮自在な保護管、 13
ガス導入口、 14 ガス排出口、 15 強制
冷却装置、 16 ヘリウム供給口、 17 ヘリ
ウム排気口、 18 冷却水供給口、 19 冷却
水排出口。

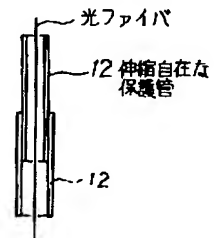
【図1】



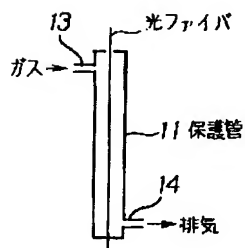
【図2】



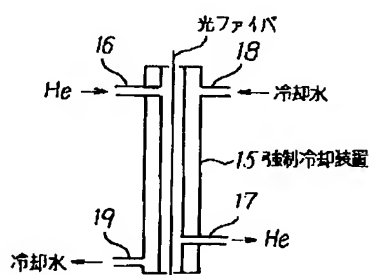
【図3】



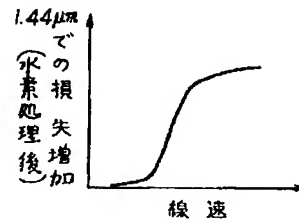
【図4】



【図5】



【図6】



フロントページの続き

(72)発明者 小谷野 裕史

神奈川県横浜市栄区田谷町1番地 住友電
気工業株式会社横浜製作所内

※

※(72)発明者 高橋 祐司

神奈川県横浜市栄区田谷町1番地 住友電
気工業株式会社横浜製作所内